

да моделирует силуэт ландшафта (рельефа), т.е. на семантическом уровне образы-символы силуэтов совпадают. Композиция ясно «прочитывалась» в архитектурном силуэте города, «слитом» с ландшафтом, служившим не только реальной основой для строительства, но и несущим семантику мировой горы, окруженной мировыми водами, создавая «реальность высшего порядка».

- 1.Алферова Г.В. Русские города XVI – XVII веков. – М.: Стройиздат, 1989. – 216 с.
- 2.Гачев Г.Д. Национальные образы мира. Космо – Психо – Логос. – М.: Прогресс, 1995. – 480 с.
- 3.Гольдзамт Э. Уильям Моррис и социально-эстетические истоки современной архитектуры / Пер. с польск. – М.: Стройиздат, 1973. – 175 с.
- 4.Курбатов Ю.И. Связи архитектурных форм с визуальными характеристиками природного ландшафта: Автореф. дисс. ... д-ра archit. – Л., 1983. – 32 с.
- 5.Мастера советской архитектуры об архитектуре. В 2-х т. Т.2. – М.: Искусство, 1975. – 584 с.
- 6.Описи Харківського намісництва кінця XVIII ст. – К.: Наук. думка, 1991. – 224 с.
- 7.Опыт человеческий. Произведения советских и американских писателей. – М., 1989. – 382 с.

Получено 15.02.2003

СТРОИТЕЛЬСТВО

УДК 697.113

В.А.МАЛЯРЕНКО, д-р техн. наук

Харьковская государственная академия городского хозяйства

Н.А.ОРЛОВА

Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного НАН Украины, г.Харьков

МОДЕРНИЗАЦИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЮ

Рассматривается опыт энергосбережения в жилищном секторе развитых стран. Проводится оценка уровня энергосбережения за счет малозатратной модернизации жилых домов первых массовых серий путем теплоизоляции стенных панелей, потолков и крыши новыми эффективными изоляционными материалами, а также замены оконного остекления стеклопакетами, изготовленными по новым энергосберегающим технологиям. В качестве объекта исследования взят Коминтерновский район г.Харькова.

Массовое жилищное строительство в Украине в течение нескольких десятилетий, когда уровень внутренних цен на энергоносители был намного ниже мировых, базировалось на производстве однослойных бетонных панелей из керамзитобетона с очень низкой тепловой эффективностью. Поэтому при модернизации жилого фонда большое

значение сегодня отводится повышению теплозащиты ограждающих конструкций зданий. Из общего объема потребляемой в Украине энергии примерно 30% приходится на строительную отрасль, в том числе 87% на отопление зданий. В 1994 г. Министерством строительства и архитектуры Украины введены в действие новые нормативы удельного сопротивления теплопередаче наружных конструкций жилищно-гражданских сооружений как для нового строительства, так и для реконструируемых объектов жилья и соцкультбыта. Согласно им сопротивление теплопередаче наружных стен необходимо повысить в 2,5-3 раза, а окон – в 1,3-1,6 раза [1,2]. Введение этих нормативов обусловлено, в первую очередь, необходимостью снижения энергопотребления при эксплуатации зданий и в целом строительной отрасли, которое в общем составляет около 2,6 ГДж/год [3]. В связи с этим конструктивные решения зданий должны претерпеть большие изменения, связанные, прежде всего, с уменьшением энергопотребления путем внедрения эффективных методов энергосбережения.

Особое место в решении проблем энергоресурсосбережения в жилищно-коммунальном хозяйстве городов принадлежит эксплуатируемому жилому фонду первых массовых серий, общая площадь которого в жилищном фонде Украины составляет более 1млрд. м². Жилые дома первых типовых серий занимают 72 млн. м² или более 23% от жилого городского многоквартирного фонда.

В некоторых странах Европы в целях энергосбережения предлагается сносить дома, построенные более 50 лет назад. Например, программой энергосбережения Великобритании предполагается в ближайшее время снести 15000, а в течение последующего десятилетия – 50000 домов. Таких домов в Великобритании – 45, во Франции – 39, Германии – 30, США – 24%.

Подсчитано, что стоимость сноса 1 м² здания в Украине (разборка, демонтаж, утилизация) колеблется в пределах от 105 до 150 долл. в зависимости от местных условий, т. е. ликвидация жилого фонда, возраст которого приближается к 50 годам, соизмерима со стоимостью строительства новых домов. Кроме того, в городах отсутствует резервный фонд в необходимом количестве. В этой связи в настоящее время метод реконструкции жилья без отселения жильцов является одним из наиболее приемлемых.

Целью данного исследования является оценка уровня энергосбережения за счет малозатратной модернизации жилых домов первых массовых серий путем теплоизоляции стеновых панелей, потолков и крыши новыми эффективными изоляционными материалами, а также замены оконного остекления стеклопакетами, изготовленными по но-

вым энергосберегающим технологиям [3, 4]. В качестве объекта исследования взят тепловой микрорайон, расположенный в Коминтерновском административном районе г.Харькова между улицами Героев Сталинграда, Маршала Жукова, Слинько, Садовопарковой, получающий тепловую энергию от теплораспределительной станции (ТРС) 4/25. К ТРС подключены 44 жилых дома, 3 детских комбината, 2 школы. Тепловая нагрузка ТРС составляет: на отопление – 17,62 МВт, на горячее водоснабжение – 16,39 МВт, вентиляцию – 0,32 МВт. Подключение абонентов производится через 78 тепловых узлов. В исследуемом районе расположено 16 девяти- и 5 пятиэтажных зданий, построенных в 1965-1966 гг. из силикатного кирпича, 23 пятиэтажных здания, построенных в то же время из керамзитобетонных панелей. Общая жилая площадь зданий составляет 219977 м².

Расчет теплопотерь в жилом секторе теплового района проводили двумя способами: первый – по действующим в Украине нормам (методика 1) [5], второй – согласно нормативным требованиям, действующим в США и странах ЕС (Германия, Дания и др.). Основным показателем второго способа является климатически независимый параметр удельного энергопотребления, который представляет собой количество теплоты, расходуемое за отопительный период на 1 м² жилой площади или 1 м³ объема здания, отнесенное к градусосуткам отопительного периода (методика 2).

Преимуществом методики 2 является применение более жестких норм по теплозащите (термическое сопротивление увеличивается в 2,5 раз и более в зависимости от климатических условий). В этом случае основной критерий оценки энергоэффективности – удельное энергопотребление здания за отопительный период [6].

По сравнению с европейскими странами применение систем наружной теплоизоляции в Украине началось недавно, поэтому здесь используются системные требования, основанные на западных стандартах. По существующим конструктивным решениям снижение тепловых потерь в жилых зданиях может быть достигнуто за счет:

- уменьшения притока холодного воздуха путем уплотнения окон и дверей;
- утепления наружных стен, пола первого этажа, потолка или крыши последнего;
- замены существующего остекления стеклопакетами различных типов: заполненных аргоном; с твердым селективным покрытием внутреннего стекла; с мягким селективным покрытием внутреннего стекла; установленным тепловым зеркалом.

Системы наружного утепления ограждающих конструкций можно

разделить на три основных типа: утепление с оштукатуриванием фасада; утепление облицовкой на отnose; утепление с применением облицовок из защитно-декоративных панелей и теплоизоляционных штукатурок.

Страны ЕС и США накопили большой опыт в области энергосбережения. Опыт массовой реконструкции жилых и административных зданий имеют практически все страны Европы: Германия, Финляндия, Швеция, Чехия, Дания, Болгария и др. В этих странах до 1998 г. ежегодно осуществлялась наружная теплозащита 30 млн. м² стен зданий, из которых 65% – способом штукатурки по слою теплоизоляции, 25% – облицовкой на отnose, 10% – с применением облицовок из защитно-декоративных панелей.

В ряде стран, например, в Германии, Финляндии, имеется значительный опыт использования вентилируемых фасадов при реконструкции общественных, административных и промышленных зданий. Но при стоимости 1 м² конструкции вентилируемого фасада более 35 долл. (с учетом стоимости строительных материалов, изделий и строительно-монтажных работ) и действующих цен на энергоносители в Украине такой метод модернизации зданий массовой застройки по критерию «цена - качество» не приемлем.

В Чехии теплозащита зданий проводится с помощью легких бетонов, что требует наличия в общей сложности 16-ти различных материалов и изделий.

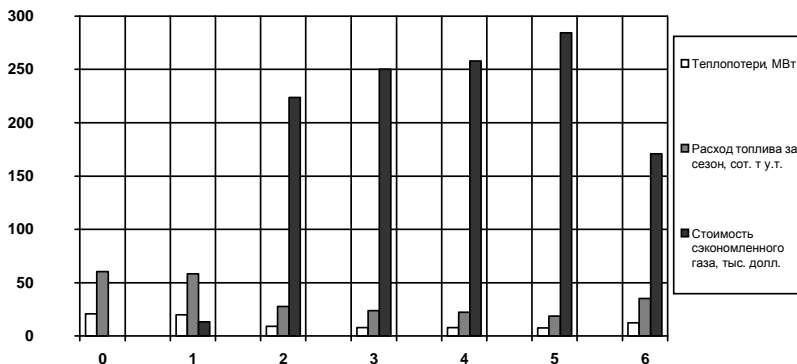
Некоторые западноевропейские фирмы предлагают проводить теплозащиту зданий с помощью мягких минераловатных плит с последующим оштукатуриванием. Этот способ утепления приемлем для III и IV зон Украины, для которых характерны мягкие климатические условия. Однако системы с использованием штукатурки на основе цемента обладают низкой трещиностойкостью. В связи с этим, например, во Франции дома, выполненные с оштукатуриванием фасадов, составляют всего 7-10%. В то же время достоинство штукатурных покрытий на основе цемента – это высокая ударопрочность, способность сглаживать неровности основания, не предъявляются особые требования к технологии штукатурных работ.

В настоящее время в Украине представлено множество фирм, предлагающих облицовочные панели и полимерные покрытия для облицовки фасадов зданий. Эти системы отличаются разнообразием внешнего вида, их преимуществом является высокая трещиностойкость, а недостатком – более сложная технология монтажа по сравнению с нанесением штукатурных растворов на основе цемента [7].

Для проведения модернизации зданий жилого фонда первых се-

рий массовой застройки был рассмотрен метод утепления наружных стен с применением облицовочных панелей, который несмотря на более высокие затраты, позволяет продлить срок эксплуатации зданий на 40-50 лет [8].

Для оценки уровня энергосбережения в сравнительных расчетах в качестве утеплителя для стен был выбран пенополистирол. Фасад отделяют гидроизоляционным стеклохолстом, покрываемым водонепроницаемой краской. Утепление пола 1-го этажа производят из подвала подшивкой его потолка. Утеплитель (базальтовая минеральная вата) приклеивают к перекрытию. На утеплитель натягивают стекловолоконную сетку, на которую наносят слой штукатурки. Крыши бесчердачных домов утепляют жесткой минеральной ватой, на которую в качестве гидроизоляционного слоя крепят изопласт. В 9-этажных зданиях пол чердачного помещения утепляют минеральной ватой. Возможные объемы энергосбережения путем частичной модернизации жилых зданий при различных ее вариантах приведены на рисунке.



Характеристика объемов энергоресурсосбережения:

вариант 0: исходные расчетные параметры теплового микрорайона; вариант 1: снижение инфильтрации теплового микрорайона до нулевого уровня; вариант 2: 1 вариант + утепленные стены, полы и крыша; вариант 3: 2 вариант + стеклопакеты с твердым селективным покрытием, заполненные аргоном; вариант 4: 2 вариант + стеклопакеты с мягким селективным покрытием, заполненные аргоном; вариант 5: 2 вариант + стеклопакеты с «тепловым зеркалом»; вариант 6: параметры теплового микрорайона, определенные согласно новым нормативным значениям сопротивления теплопередачи

Мощность потерь тепла рассматриваемого жилого сектора теплового района, определенная по методике 1, составляет 20843,3 кВт, что эквивалентно затратам топлива за отопительный сезон (методика 2), равным 6020,1 тоннам условного топлива (т у.т.). Это соответствует

5145,4 тыс. м³ природного газа, сжигаемого для отопления рассматриваемого теплового района за сезон.

Уплотнение окон и дверей (инфильтрация через них уменьшается до нулевого уровня) снижает мощность тепловых потерь на 3%, а расход условного топлива – до 5825,9 т у.т.

Уплотнение окон и дверей в рассматриваемом тепловом микрорайоне позволяет при цене газа 80 долл. за 1 тыс.м³ экономить 13,27 тыс. долл. за отопительный сезон.

Эффективным способом экономии тепла является утепление поверхностей ограждающих стен изнутри, а также полов первого этажа и крыши. Экономия за счет снижения тепловых потерь, приходящаяся на 1 м² стеной панели, составляет 0,57 долл., а экономия газа за отопительный сезон, приходящаяся на 1 м² стеной панели, составляет 7,2 м³ природного газа. В целом для исследуемого теплового района стоимость сэкономленного газа за отопительный период при утеплении стен изнутри может достигнуть 76,6 тыс. долл.

Если стены утеплить снаружи, то стоимость сэкономленного топлива за счет этой операции будет равна 86,8 тыс. долл. за отопительный сезон. Дополнительное утепление оконных и наружных дверных проемов, а также пола первого и крыши последнего этажа позволяет по отношению к существующему состоянию домов теплового района уменьшить расход газа на сумму 223,6 тыс. долл. за сезон.

Серьезным фактором энергосбережения теплового района является изменение состояния остекления квартир. Среди стеклопакетов высокой энергоэффективности следует отметить стеклопакеты, заполненные аргоном и имеющие селективное покрытие внутренней поверхности. Использование таких стеклопакетов рассмотрено в вариантах 3, 4, 5.

Экономию топлива за отопительный сезон можно повысить путем применения современного остекления на 10,5% для стеклопакетов с твердым селективным покрытием, на 13,3% – с мягким селективным покрытием и на 16,5% – с установленным тепловым зеркалом. При этом стоимость сэкономленного топлива по сравнению с исходным вариантом может измениться от 249,9 до 260,7 тыс. долл., а замена существующего оконного остекления на энергоэффективные стеклопакеты даст, соответственно, прибавку 26,3, 34,3, 37,146 тыс. долл. за отопительный сезон для рассматриваемых вариантов.

Оценка уровня затрат и их сопоставление со стоимостью сэкономленного топлива показали, что срок окупаемости по второму варианту составит 5,7 года, при утеплении зданий по третьему варианту – 16,3 года, по четвертому – 9,3 года, пятому – 14,0 лет, по варианту со-

гласно новым нормативным значениям сопротивления теплопередачи – 11,3 года.

Теплопотери через светопрозрачные конструкции достигают 40-50% от общих теплопотерь здания [6]. Если заменить в зданиях только светопрозрачные конструкции, не утепляя других конструктивных элементов, то соотношение их стоимости и экономии тепла будет таковым, что срок окупаемости этой реконструкции составит: для стеклопакетов с твердым селективным покрытием, заполненных аргоном, – 92 года, для стеклопакетов с тепловым зеркалом – 59 лет, с мягким селективным покрытием – 28 лет.

Учитывая высокий срок окупаемости этих стеклопакетов, нецелесообразно проводить замену только светопрозрачных элементов, а улучшать жилые здания в целом с модернизацией всех названных элементов. Одновременно с утеплением здания целесообразно рассмотреть вопрос о параллельной замене и отопительной системы. Рациональной надо считать такую модернизацию, при которой может быть обеспечена автономная регулировка тепловыделений в каждой комнате.

Учитывая, что в г.Харькове имеется 2092 5-этажных жилых домов застройки 60-70-х годов (29,2% от общего количества домов) и 1146 9-этажных домов (16%), в рассмотренном тепловом микрорайоне – 44 единицы, и, приняв, что 80% домов первых массовых серий могут быть модернизированы согласно четвертому варианту, энергосбережение для этого жилого фонда может составить 221,99 тыс. т у.т. или 189,74 млн. м³ природного газа.

Экономически целесообразная методика утепления жилых зданий в Украине значительно отличается от западноевропейских стандартов. Поэтому выбор методики утепления должен базироваться на следующем:

- утеплитель – 100 % минеральная связанная система, т.е. минеральные плиты из базальтового волокна плотностью от 90 до 150 кг/м³ или пенополистирольные плиты; применение стекловолоконистых плит нежелательно из-за недостаточной паро- и влагопроницаемости;
- крепежные дюбели должны быть выполнены в антикоррозионном исполнении;
- цокольные и кантовые профили должны применяться из нержавеющей стали или кислотощелочестойкой стекловолоконистой ткани;
- срок службы системы утепления должен быть сопоставим с оставшимся сроком службы здания, но не менее 50 лет.

В заключение отметим, что рассматриваемые варианты модернизации жилых зданий первых серий имеют малозатратный характер с достаточно коротким сроком окупаемости. Уровень энергосбережения соответствует средним европейским нормам. При освоении региональными предприятиями стройиндустрии выпуска новых эффективных теплоизоляционных материалов стоимость модернизации зданий может быть снижена дополнительно на 20-30%.

Учитывая, что стоимость на энергоносители и, прежде всего, природный газ будет повышаться, энергосбережение за счет модернизации жилых зданий окажется более эффективным по сравнению с приведенными выше данными. Опыт Дании и скандинавских стран показывает, что при разработке проектов модернизации зданий необходимо учитывать прогнозы повышения цен на энергоносители на длительный период. Теплоизоляционный материал нужно выбирать исходя из этих прогнозов.

1. Паливно-енергетичний комплекс України на порозі третього тисячоліття. – К.: Укр. енцикл. знання, 2001. – 400 с.

2.Маляренко В.А., Редько А.Ф., Чайка Ю.И. Поволочко В.Б. Техническая теплофизика ограждающих конструкций зданий и сооружений / Под общ. ред. проф. Маляренко В.А. – Харьков: Рубикон, 2001. – 280 с.

3.Маляренко В.А. Концептуальные положения развития муниципальной энергетики Украины // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.25. – К.: Техніка, 2000. – С.208-216.

4.Маляренко В.А. Теплофизика ограждающих конструкций и энергосбережение // Интегрированные технологии. – 2002. – №3. – С.7-15

5.СНИП П.3.-79**. Строительная теплотехника. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

6.Матросов Ю. А. Регионы России переходят на энергетический принцип проектирования и строительства зданий // Энергосбережение. – 2002. – №2. – С. 29-33.

7.Монастырев П.В. Технология устройства дополнительной теплозащиты стен жилых зданий. – М.: АСВ, 2000. – 160 с.

8.Украина: Энергосбережение в зданиях. – Kiev:EC-Energy Centre, 1995. – 274 с.

Получено 18.02.2003